

Una nuova teoria

sull'origine e la natura della costante di struttura fine

Dott. Nader Butto

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=102132>

Sommario

Sono descritte la natura e l'origine della costante di struttura fine. Viene sviluppata una comprensibile interpretazione della costante di struttura fine a partire dal modello del vortice e dall'idrodinamica. Si ritiene che il vuoto abbia le caratteristiche di un superfluido e che le particelle elementari come gli elettroni e le molecole di idrogeno siano vortici irrotazionali di questo superfluido. In questo vortice la velocità angolare ω è mantenuta costante, più grande è il raggio più lenta è la velocità di rotazione. Il valore di struttura fine deriva dal rapporto tra la velocità di rotazione alla periferia del vortice e la velocità dell'occhio del vortice nel suo centro. Dal momento che la velocità angolare è costante, lo stesso valore si otteneva dal rapporto tra il raggio del nucleo costante del vortice e il raggio "dell'ingresso" del vortice. Perciò, la costante α è un'espressione della relazione di costanza nella struttura del vortice.

Parole chiave

Costante di struttura fine, velocità angolare, vortice irrotazionale, struttura dell'elettrone-vortice, struttura dell'atomo di idrogeno.

Introduzione

La costante di struttura fine (α), anche nota come costante di Sommerfeld, è una costante onnipresente ed è una delle costanti fondamentali presenti in natura, che caratterizza l'intera gamma della fisica dalle particelle elementari a quelle atomiche, mesoscopiche, e ai sistemi macroscopici (similari alla velocità della luce, la costante di Planck e la costante di gravitazione universale di Newton "G"). I valori di queste costanti della natura determinano la natura dell'universo. Una piccola differenza (inferiore al 4%) del valore della costante di struttura fine avrebbe impedito alle

stelle di sostenere le reazioni nucleari nei loro nuclei e permesso le forme di vita baste sul carbonio del nostro universo, se α fosse maggiore di 0,1, la fusione stellare sarebbe impossibile e nessun luogo nell'universo avrebbe avuto calore sufficiente per sopravvivere (2).

La struttura fine descrive la scissione delle linee spettrali degli atomi causata dall'interazione tra lo spin e i momenti angolari dell'orbitale dell'elettrone più esterno. Fu misurata la prima volta nell'atomo di idrogeno nel 1887 da Albert. A. Michelson e Edward W Morley. Per spiegare la scissione osservata o la struttura fine dei livelli di energia dell'atomo di idrogeno, Sommerfeld estese la teoria di Bohr inserendo gli orbitali ellittici e la relativistica dipendenza della massa sulla velocità, da cui deriva il modello Bohr-Sommerfeld (4.5). Introdotta in fisica nel 1916, la costante di struttura fine (6) è stata discussa per decenni. E' comunemente indicata con α ed è una costante fisica senza unità né dimensioni (7). E' ampiamente accettato che il valore di α sia legato alla forza elettromagnetica di particelle sub-atomiche cariche e determina come un atomo trattiene i suoi elettroni. Cioè è in relazione con la carica elementare e , la quale caratterizza la forza dell'accoppiamento di una particella di carica elementare con il campo elettromagnetico:

$$\alpha = e^2/4\pi\epsilon_0\hbar c$$

dove e è l'unità della carica elettromagnetica, ϵ_0 è la costante dielettrica nel vuoto, h è la costante di Planck ridotta ossia h diviso 2π , c è la velocità della luce.

La costante Alfa ha stimolato test di laboratorio per ottimizzare la precisione delle misure della costante di struttura fine (8-10). Il valore di α è approssimativamente 1/137, e il suo valore esatto secondo CODATA 2014 è 0.0072973525664. Può essere determinato con una precisione migliore con cifre fino a 10^{-7} utilizzando quattro modi indipendenti: l'effetto AC Josephsons, l'effetto Hall quantistico, la struttura iperfine del muonio, e il momento magnetico anomalo dell'elettrone. Una determinazione di Alfa basata su un calcolo teorico migliorato e la misura delle trappole di Penning dei momenti magnetici anomali degli elettroni raggiungeva una precisione che supera valori di 10^{-8} (12). Attualmente, il valore di α con la più piccola incertezza, è stato ottenuto dalla comparazione di espressione teorica e valore sperimentale del momento magnetico anomalo dell' elettrone. Nel 1980 è iniziato un approccio nuovo e totalmente differente per la misurazione usando l'effetto Hall quantistico (QHE) che ha causato fervore dovuto al fatto che il valore di α ottenuto corroborava in modo indipendente il valore di α derivato dal momento magnetico anomalo dell'elettrone. Il valore(QHE) di α

non può indicare un'incertezza così fine come veniva fornita dal valore del momento magnetico dell'elettrone tuttavia dà conferme significative indipendenti di tale valore.

Recentemente, prove indicanti variazioni cosmologiche e la costante di struttura fine possono essere trascurate (13-14), ed è aumentato molto l'interesse nei confronti di teorie che spiegano la spinta delle costanti fondamentali (15-20).

La quantità α che è uguale al rapporto v/c , dove v è la velocità dell'elettrone nella prima orbita circolare di Bohr, e c è la velocità della luce nel vuoto, è apparsa naturalmente nell'analisi di Sommerfeld e ha determinato la misura della scissione o struttura fine delle linee spettrali dell'atomo di idrogeno. Tuttavia α è rimasta un enigma per oltre cento anni ed è considerata essere fondamentale e non derivata. Non esiste alcuna teoria convincente sulla sua origine o un meccanismo che spieghi il suo valore numerico o la gamma del suo dominio ed è stato un problematico punto chiave non risolto per molti fisici quali Max Born, Richard Feynman e Wolfgang Pauli, che nel 1948 scrisse: " *l'interpretazione teorica del valore numerico (della costante di struttura di fine) è uno dei più importanti problemi irrisolti della fisica atomica*". Richard Feynman lo chiamava "Numero magico" e riferendosi al suo valore "uno dei più grandi maledetti misteri della fisica". (23) Alcune moderne teorie, come la teoria delle stringhe o Anti de Sitter/Teoria di campo conforme (AdS/CFT) propongono meccanismi su come questa costante emerge da oggetti più fondamentali ma non riescono a predirne il valore.

Perciò, nonostante i tentativi che hanno continuato a cercare fino ad oggi le basi matematiche per questa costante adimensionale nessuna spiegazione numerica è stata finora accettata dalla comunità. In questo articolo è proposto il significato di α , e ci offre una risposta semplice e convincente a questo mistero di lunga data.

Le argomentazioni presentate di seguito sono basate sul modello vortice sia per l'elettrone che per l'atomo di idrogeno. È presentata una breve descrizione della struttura dell'elettrone e l'essenza e l'origine della costante di struttura fine che ne derivano. L'idea proposta in questo articolo è che l'elettrone è un vortice irrotazionale di spazio superfluido senza attrito con linee di corrente concentriche costituite da particelle di Higgs senza massa, che acquisiscono massa quando si muovono verso il centro del vortice. Secondo questo modello, ogni particella elementare è formata da un flusso di fotoni senza massa che fluiscono con movimento elicoidale alla velocità della luce c . La costante di struttura fine è il rapporto tra la velocità di rotazione della periferia e quella del centro del vortice dell'elettrone e dell'atomo di idrogeno.

Pertanto α è adimensionale ed ha lo stesso valore in ogni scala cosmologica distinta della natura.

2. La struttura dell'elettrone

Nonostante i successi notevoli e gli impeccabili strumenti matematici basati sull'applicazione della meccanica quantistica in ogni campo (come i semiconduttori e la super conduttività) i fisici non riescono ancora a proporre una teoria che risponda alla seguente semplice domanda "che cos'è un elettrone?" La struttura dell'elettrone resta sconosciuta, i dubbi sulla sua natura, forma e misura hanno ancora una spiegazione precisa nella fisica moderna. Secondo la meccanica quantistica l'elettrone non ha una sub-struttura conosciuta (24,25), e la conoscenza attuale è che l'elettrone è una particella puntiforme con una carica puntiforme senza estensione spaziale.(26). Il modello che descrive l'elettrone come particella non puntiforme è stato descritto come concepito in malo modo e anti pedagogico. Perciò il raggio dell'elettrone è un problema stimolante per la moderna fisica teorica, e ammettere l'ipotesi di un raggio finito dell'elettrone non è compatibile con le premesse della teoria della relatività. Dall'altra parte un elettrone puntiforme (con raggio uguale a zero) genera serie difficoltà matematiche dovute all'energia dell'elettrone che si avvicina all'infinito. (27). Affermare che l'elettrone ha massa ma nessuna grandezza equivale a dire che ha densità infinita. Tuttavia infiniti di ogni tipo raramente esistono nel mondo reale. Ciò nonostante è abituale stabilire una lunghezza che caratterizza le interazioni degli elettroni nei problemi in scala atomica. Dunque è giusto indicare che un elettrone deve avere una grandezza diversa da zero, sebbene estremamente piccola e irrilevante nella maggior parte delle considerazioni.

La conoscenza classica dell'elettrone accetta che abbia un'estensione e la forma a vortice può spiegare il momento angolare (spin), il momento magnetico e l'oscillazione interna. Nel 1961, James Clerk Maxwell, descrisse l'elettrone come un vortice. Egli tentò di spiegare il campo magnetico come un mare di vortici molecolari. Nel suo articolo "Sulle linee di forza fisica"(28). Egli usa questo concetto per spiegare il magnetismo basandosi sul fatto che questi vortici sono allineati solenoidalmente con l'asse di rotazione che traccia linee di forza magnetiche. Egli descrive le linee del vortice come "linee di forza" che vengono talvolta chiamate "flusso" col significato di "linee di flusso". Questo modello-vortice lo aiuta a ricavare le famose equazioni di Maxwell con le quali unificò la forza magnetica e l'elettricità statica in un'unica teoria.

Nel 1928, quando Paul Dirac presentò la funzione d'onda dell'elettrone ("l'equazione di Dirac"), divenne ovvio che non solo doveva esserci un'oscillazione interna, ma anche alcuni moti interni alla velocità della luce.

Quando Erwin Schrodinger l' ha trovato come risultato dell'equazione di Dirac, diede al fenomeno il termine tedesco "Zitterbewegung" col significato di oscillazione mal definita. Jehle passò gran parte della sua vita a sviluppare una teoria sugli elettroni e particelle elementari basandosi su circuiti di campo magnetico quantizzato con spin alla frequenza Zitterbewegung (29-32).

Entrambe le teorie di Dirac e Jehle contavano sulla relazione fisica tra il flusso e la carica. La discussione della relazione tra le proprietà magnetiche ed elettriche è fondamentale per l'elettrodinamica. Ci si aspetta una relazione perché una carica in movimento produce un flusso magnetico.

Un sistema che ruota su se stesso lungo un asse con un momento angolare subisce una torsione quando la forza è diretta verso il centro di gravità, questo è conosciuto come effetto Coriolis.

Il flusso verso il centro del vortice dovuto all'effetto Coriolis prende la forma di un tubo a vortice che è sempre composto dalle stesse particelle virtuali che ruotano alla velocità della luce. Poiché è continuo ha una struttura ad anello.

Maxwell presumeva che ogni tubo magnetico di forza fosse un vortice con un asse di rotazione che coincideva con la direzione della forza. Per un fluido perfetto senza attrito sono state provate molte proprietà in modo matematico(33).

Nel precedente articolo viene proposta una teoria in cui l'elettrone ha struttura e forma (34).

La forma a vortice dell'elettrone ci fornisce la corretta relazione tra i suoi parametri quali: massa, densità, volume, tempo, conservazione del momento angolare (spin), carica elettrica e momento magnetico. L'elettrone è un vortice irrotazionale circolare di spazio superfluido con linee di forza concentriche che scaturirono dal vuoto primordiale durante il Big Bang. Il superfluido si plasma seguendo la rotazione formando un reticolo di vortici quantizzati in cui il nucleo centrale del vortice (abituamente unico) rompe il vincolo topologico contro il moto rotazionale. In questo vortice la grandezza della vorticosità di un "tubo" cresce in modo proporzionale con l'allungarsi della sua linea. Consideriamo un tubo-vortice molto sottile, così sottile che la vorticosità è praticamente costante per tutta la sua larghezza. Quando il vortice-

tubo si allunga l'area della sezione trasversale diminuisce dello stesso fattore, allo stesso modo la vorticosità deve crescere in modo proporzionale per il flusso che attraversa la suddetta sezione in modo da rimanere costante.

Perciò la velocità di rotazione del fluido è più grande al centro e decresce progressivamente con la distanza dal centro fino a quando, nella periferia, il gradiente di pressione si esaurisce, il flusso diventa laminare e l'attrito è nullo. Se la velocità dello spazio che ruota raggiunge, nel vuoto assoluto, il limite della velocità della luce c e il gradiente della velocità del campo attorno al centro del vortice diventa la postulata limitante velocità angolare ω , lo spazio si rompe creando una bolla sferica di vuoto, definita come priva di campo, priva di energia e spazio con volume nullo al centro del vortice.

Questi livelli massimi avvengono nel punto in cui la forza centrifuga e quella radiale si equilibrano, il mezzo entrante e la superficie libera precipitano bruscamente, il mezzo entrante ruota di 90 gradi vicino alla linea dell'asse con profondità e velocità inversamente proporzionale a r^2 formando un paraboloide concavo.

3. Relazione tra il modello dell'elettrone-vortice e la costante di struttura fine.

La struttura della costante di struttura fine α fu dapprima interpretata come il rapporto tra la velocità dell'elettrone nella prima orbita circolare del relativistico atomo di Bohr e la velocità della luce nel vuoto (35). La costante di struttura fine fu proposta da Sommerfeld come il rapporto della velocità dell'elettrone v nello stato fondamentale dell'atomo di idrogeno di Bohr alla velocità della luce c (36):

$$\alpha = v/c = e^2 / \hbar c,$$

Dove e è la carica dell'elettrone. Tuttavia perché questo rapporto sia costante è un mistero. Il valore della costante α è una quantità adimensionale, ciò indica che questo valore è un'espressione del rapporto tra due quantità che hanno le stesse unità.

La struttura del vortice irrotazionale è universale, che si può ritrovare nel microcosmo, come nella struttura dell'elettrone o dell'atomo di idrogeno, così come nel macrocosmo, nelle galassie a spirale. In fluidodinamica, la dinamica dei vortici irrotazionali, ha due differenti velocità di rotazione nei due differenti raggi; nell'elettrone e nell'atomo di idrogeno, il raggio più interno, dove la velocità di rotazione è quella della luce e il secondo raggio dal centro alla periferia. Si calcola la velocità di rotazione alla periferia e si fa il rapporto tra la velocità di rotazione

esterna e la velocità al centro. La costante alfa, legata ai differenti rapporti costanti presenti nel vortice irrotazionale, è il rapporto tra la velocità di rotazione alla periferia del vortice e la velocità della luce nel suo centro. Se la velocità angolare w del vortice è costante secondo l'equazione:

$$w = cr_c$$

allora il rapporto tra raggio nel centro del vortice e il raggio dalla periferia al centro è costante.

In idrodinamica, la velocità dell'elemento fluido che passa istantaneamente in un determinato punto nello spazio in un vortice di raggio r è costante nel tempo; Perciò il movimento rotatorio o la vorticità Γ del vortice è:

$$\Gamma = 2 \pi r_e c$$

Dove $2 \pi r_e c$ è la circonferenza dell'elettrone- vortice.

Dato che Γm rappresenta la quantità di moto $2 \pi r c m$ è costante e corrisponde alla costante di Planck. Perciò la costante di Planck può essere espressa come

$$h = 2 \pi r c m$$

Conoscendo la massa dell'elettrone, possiamo calcolare il raggio nell'occhio del vortice che ruota alla velocità della luce

$$r = h/2\pi m_0 c = 3.86 \times 10^{-13} \text{ m}$$

dove m_0 è la massa a riposo di un elettrone = $9.10938356 \times 10^{-31} \text{ kg}$, e $h = 6.61997943364 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$, e c è la velocità della luce $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Il raggio alla periferia del vortice dell'elettrone può essere calcolato se si conosce la velocità di rotazione.

Nel modello elettrone-vortice la carica elettrica è un'espressione della portata volumetrica del flusso di vuoto dal vuoto verso il centro del vortice dell'elettrone. La forza di natura elettrica è la forza necessaria per muovere il flusso dalla periferia verso il centro. Questa forza agente sulle due cariche è espressa dalla legge di Coulomb come

$$F = e^2 / 4 \pi r_e^2 \epsilon_0 \tag{12}$$

Nel vortice questa forza equivale alla forza centripeta m_0v^2/r , dove m è la massa a riposo dell'elettrone, v è la velocità alla distanza r dal centro e r è il raggio dell'elettrone. Quindi,

$$F = m_0v^2/r = e^2/4 \pi r^2 \epsilon_0.$$

Basandoci su questa equazione, la velocità di rotazione del vortice è

$$v = e^2/4 \pi r m_0 v \epsilon_0$$

Siccome $2\pi r m_0 v$ è la quantità di moto ed è costante, la velocità di rotazione del vortice equivale alla costante di Plank h .

Quindi

$$v = e^2/2 h \epsilon_0 = 2.1876913 \times 10^6 \text{ m/s}$$

dove ϵ_0 è la permittività elettrica ($8.854187817 \dots \times 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$), e è la carica elettrica ($1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C}$), e h è la costante di Plank ($6.62607004 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$).

Il rapporto tra la velocità di rotazione alla periferia e il centro del vortice equivale a v/c , che può essere calcolato come

$$2.1892212626 \times 10^6 / 3 \times 10^8 = 0.007292304333 = 1/137,13$$

Che corrisponde al valore di alfa.

Dalla velocità di rotazione, il raggio del vortice dell'elettrone r_e alla periferia può essere calcolato come

$$r_e = h/2\pi v m = 5.2895948 \times 10^{-11} \text{ m}.$$

Il rapporto tra il raggio dell'elettrone al centro r_c e il raggio dell'elettrone alla periferia r_e è

$$r_c/r_e = 3.86 \times 10^{-13} / 5.2895948 \times 10^{-11} = 0.007297345347 = 1/137,036,$$

ed esso stesso corrisponde al valore di alfa, eliminando l'incertezza del raggio ellittico.

4. Relazione tra il modello dell'idrogeno e la costante di struttura fine

La costante di struttura fine nella formula per i livelli energetici dell'atomo di idrogeno è stata stabilita per la prima volta da Sommerfeld. Nel modello dell'atomo postulato da Bohr, gli elettroni di un atomo si muovono attorno al nucleo su orbite circolari, o come suggerito in seguito da Arnold Sommerfeld (1868-1951) su orbite ellittiche ciascuna con una certa energia "consentita" e relativistica dipendenza della massa sulla velocità.

Secondo la meccanica quantistica, un orbitale elettrico rappresenta la posizione degli elettroni attorno al nucleo ed è determinato con il 95% di probabilità la regione dello spazio in cui posso trovare l'elettrone. Ciascun orbitale ha un'energia specifica. La posizione (l'ampiezza di probabilità) dell'elettrone è definita dalle sue coordinate nello spazio che sono indicate con $\psi(x, y, z)$ sul piano cartesiano. Ψ non può essere misurato direttamente ma è uno strumento matematico.

Le nuvole di probabilità sono conosciute come gusci. Ogni guscio ha sottolivelli e sotto-gusci. Il numero di elettroni che può occupare ciascun guscio e sotto-guscio deriva dalle equazioni della meccanica quantistica, in particolare, il principio di esclusione di Pauli, il quale afferma che in un atomo non possono coesistere due o più elettroni che abbiano i quattro numeri quantici uguali. Tuttavia nessuna teoria spiega la natura o l'essenza dei gusci, dei sottolivelli e dei sotto-gusci. Così il modello a vortice viene applicato alla struttura a guscio, e discussa dettagliatamente in altri articoli.

In questo articolo la struttura a guscio dell'idrogeno è considerato e trattato come un vortice, dove il protone al centro del vortice e l'elettrone è localizzato in una delle linee a spirale del vortice. Pertanto la rotazione dell'orbitale dell'elettrone non è libera ma guidata dalla rotazione del vortice che produce il campo magnetico dell'atomo. La velocità di rotazione del vortice del protone al centro è la velocità della luce siccome si trova al centro del vortice dell'elettrone. Il raggio interno del protone è calcolato come

$$r_c = h/2\pi c m_p = 2.103104894 \times 10^{-16} m$$

dove m_p è la massa del protone ($1.672621898 \times 10^{-27}$ kg). La forza della carica dell'elettrone è la forza di attrazione che si trova ai confini dell'elettrone che interagisce con la forza di attrazione del vortice dell'idrogeno che equivale alla forza di attrazione della gravità del vortice di idrogeno. Quindi, la velocità di rotazione dell'elettrone attorno al protone è

$v_e = Z e^2 / 2 h \epsilon_0 = 2.1876913 \times 10^6 \text{ m/s}$ dove Z è il numero atomico dell'idrogeno, 1, e il rapporto tra la velocità dell'orbitale dell'elettrone attorno al protone e la velocità del vortice al centro del protone è

$$v_e/c = 2.1876913 \times 10^6 / 2.9979245 \times 10^8 = 0.00729736383 = 1/137,035$$

che equivale alla costante alfa.

Poiché la vorticosità del vortice è costante, la velocità angolare $\omega = cr_c$ è costante. La velocità angolare nel centro del vortice del protone $\omega = cr_c = 6.3082019259 \times 10^{-8}$ ha la stessa velocità angolare dell'elettrone attorno al protone.

Se la velocità dell'elettrone attorno al protone è $2.1876913 \times 10^6 \text{ m/s}$, allora la distanza dell'elettrone dal protone r_p è

$$r_p = \omega/v = 6.3082019259 \times 10^{-8} / 2.1876913 \times 10^6 = 2.8834972859 \times 10^{-14} \text{ m.}$$

Il rapporto tra il raggio del centro del vortice del protone e del raggio dove l'elettrone è localizzato può essere così calcolato

$$r_c/r_p = 2.103104894 \times 10^{-16} / 2.8834972859 \times 10^{-14} = 0.007292304332 = 1/137.13,$$

che è uguale alla costante di struttura di fine alfa.

Quindi l'idrogeno ha una struttura a vortice simile alla struttura dell'elettrone con un differente raggio. Questo non indica necessariamente il raggio del protone ma la distanza dell'elettrone dal centro del protone nell'atomo di idrogeno.

Conclusione

E' presentata una nuova teoria che descrive l'origine della costante di struttura fine fondata sulla struttura dell'elettrone e dell'atomo di idrogeno. Entrambi sono considerati come vortici di superfluido irrotazionali con un modello di flusso permanente e differenti velocità di rotazione al centro del vortice e alla relativa periferia. In un articolo precedente (37) viene descritta la natura e l'origine della costante G basata sulla teoria del vortice di superfluido.

Si calcola il raggio del cuore del vortice dell'elettrone, che ruota alla velocità della luce e come risultato si ha lo stesso valore del raggio di Coulomb. La velocità tangenziale viene calcolata sulla base della forza centripeta alla periferia del vortice, che equivale alla forza elettrica tra due cariche secondo il flusso di forza di Coulomb.

Una volta determinata la velocità tangenziale , si calcolava il raggio dell'elettrone dal centro alla periferia.

Lo stesso modello-vortice viene applicato alla struttura dell'atomo di idrogeno. Si calcola la velocità dell'orbitale dell'elettrone che ruota attorno al protone e il raggio tra il protone e l'elettrone. La costante di struttura fine è proporzionale al rapporto tra la velocità tangenziale dell'elettrone attorno al protone e la velocità della luce al centro del protone.

Di conseguenza si scopre che la costante di struttura fine, considerando l'elettrone come un vortice, il cui centro ruota alla velocità della luce, è il rapporto tra il raggio al centro del vortice dell'elettrone e il raggio alla periferia. Inoltre, considerando la struttura dell'atomo di idrogeno come un vortice irrotazionale, con l'elettrone che ruota attorno al protone con velocità angolare costante, il rapporto tra il raggio del protone nel suo centro e la distanza dell'orbitale dell'elettrone corrisponde nuovamente alla costante di struttura di fine.

Si conclude dicendo che la costante di struttura fine può non essere una costante fondamentale ma è un'espressione del rapporto costante tra la velocità tangenziale dei vortici irrotazionali e la velocità nel centro e il rapporto tra il raggio al centro e il raggio del vortice.

Ringraziamenti

L'autore desidera ringraziare Enago (<https://www.enago.com/>) per la revisione della lingua inglese.

Questo lavoro di ricerca non riceve alcun compenso da agenzie di finanziamento nel settore pubblico, privato o no-profit.

Riferimenti bibliografici

[1] Uzan, J.-P. (2003) The fundamental constants and their variation: Observational and theoretical status. *Reviews of Modern Physics*, 75(2), 403-455.

[2] Carroll, S. M. (2010) The fine structure constant is probably constant.

[3] Michelson, A. A., & Morley, E. W. (1887) *Phil Mag.* 24. *American Journal of Science* 34, 427.

- [4] Sommerfeld, A. (1923) *Atomic structure and spectral lines* p. 118. London: Methuen.
- [5] Kragh, H. N. (2012) *Bohr and the quantum atom*. Oxford, NY: Oxford University Press.
- 6] Sommerfeld, A. (1940) Zur Feinstruktur der Wasserstofflinien. *Geschichte und gegenwärtiger Stand der Theorie. Naturwissenschaften*, 28(27), 417-423; in German.
- 7] Bouchendira, R., Cladé, P., Guellati-Khélifa, S., Nez, F., & Biraben, F. (2011) New determination of the fine-structure constant and test of the quantum electrodynamics. *Physical Review Letters*, 106(8), article ID: 080801.
- 8] Prestage, J. D., Tjoelker, R. L., & Maleki, L. (1995) Atomic clocks and variations of the fine structure constant. *Physical Review Letters*, 74(18), 3511-3514.
- 9] Damour, T., & Dyson, F. (1996) The Oklo bound on the time variation of the fine-structure constant revisited. *Nuclear Physics B*, 480(1-2), 37-54. ^[L]_[SEP]
- [10] Salomon, C., Dimarcq, N., Abgrall, M. et al. (2001) *C.R. Acad. Sci. Paris, IV*, 1-17.
- [11] Mohr, P. J., Taylor, B. N., & Newell, D. B. (2015) *The CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants (Web Version 7.0)*. Retrieved from <http://physics.nist.gov/constants>, 2014.
- 12] Gabrielse, G. (2009) Why is sideband mass spectrometry possible with ions in a penning TRAP? *Physical Review Letters*, 102(17), 172501 1-4.
- 13] Webb, J. K., Flambaum, V. V., Churchill, C. W., Drinkwater, M. J., & Barrow, J. D. (1999) Search for Time Variation of the Fine Structure Constant. *Physical Review Letters*, 82(5), 884-887.
- [14] Webb, J. K., Murphy, M. T., Flambaum, V. V., Dzuba, V. A., Barrow, J. D., Churchill, C. W., et al. (2001) Further Evidence for Cosmological Evolution of the Fine Structure Constant. *Physical Review Letters*, 87(9).
- [15] Bekenstein, J. D. (2002). *Physical Review. Part D*, 66. ^[L]_[SEP]
- [16] Damour, T., Piazza, F., & Veneziano, G. (2002). Runaway dilaton and equivalence principle violations. *Physical Review Letters*, 89(8), 081601. doi:10.1103/PhysRevLett.89.081601

- [17] Davies, P. C., Davis, T. M., & Lineweaver, C. H. (2002). Black holes constrain varying constants. *Nature*, 418(6898), 602-603. doi:10.1038/418602a
- [18] Forgacs, P., Horvath, Z., & Gen. (1979). *Rel. Grav*, 10, 931-940. [L]
[SEP]
- [19] Forgacs, P., Horvath, Z., & Gen. (1979). *Rel. Grav*, 11(205). [L]
[SEP]
- [20] Magueijo, J. to be published in *Reports in Progress of Physics*. [L]
[SEP]
- Feynman, R. P. (1985). *Qed: The strange theory of light and matter*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- [22] *Resonance*. (1999) 14(4).
- [23] *Resonance*. (2011) 16(9).
- [24] Eichten, E. J., Lane, K. D., & Peskin, M. E. (1983) New tests for quark and lepton substructure. *Physical Review Letters*, 50(11), 811-814. doi:10.1103/PhysRevLett.50.811.
- [25] Gabrielse, G., Hanneke, D., Kinoshita, T., Nio, M., & Odom, B. (2006) New determination of the fine structure constant from the electron value and QED. *Physical Review Letters*, 97(3), 030802. doi:10.1103/PhysRevLett.97.030802
- [26] Curtis, L. J. (2003) *Atomic structure and lifetimes: A conceptual approach* p. 74. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-53635-6.
- [27] Shpolsky, E. (1951) *Atomic physics [Atomnaia fizika]* (2nd ed).
- [28] Clerk-Maxwell, J. (1861) Retrieved from http://vacuum-physics.com/Maxwell/maxwell_oplf.pdf. On physical lines of force. *Philosophical Magazine*, 21.
- [29] Jehle, H. (1971) Relationship of Flux Quantization to Charge Quantization and the Electromagnetic Coupling Constant. *Physical Review D*, 3(2), 306-345. doi:10.1103/PhysRevD.3.306
- [30] Jehle, H. (1972) Flux Quantization and Particle Physics. *Physical Review D*, 6(2), 441-457. doi:10.1103/PhysRevD.6.441. [L]
[SEP]
- [31] Jehle, H. (1975) Flux quantization and fractional charges of quarks. *Physical Review D*, 11(8), 2147-2177. doi:10.1103/PhysRevD.11.2147. [L]
[SEP]

- [32] Jehle, H. (1977) Electron-muon puzzle and the electromagnetic coupling constant. *Physical Review D*, 15(12), 3727-3759. doi:10.1103/PhysRevD.15.3727
- [33] Maxwell, J. C. (2010) On physical lines of force. *Philosophical Magazine*, 90(sup1), 11-23. doi:10.1080/14786431003659180
- [34] Nader Butto, Electron Shape and Structure: A New Vortex Theory. *JHEPGC*, Vol.6 No.3, July 2020. DOI: 10.4236/jhepgc.2020.63027
- [35] Introduction to the constants for nonexperts—Current advances: The fine-structure constant and quantum hall effect. NIST Reference on Constants, Units and Uncertainty. NIST.
- [36] Sommerfeld, A. (1916) On the quantum theory of spectral lines. *Annals of Physics*, 51, 1-94, 125-167.
- [37] Nader Butto. New Mechanism and Analytical Formula for Understanding the Gravity Constant G . *JHEPGC* . Vol.6 No.3, July 8, 2020 DOI: 10.4236/jhepgc.2020.63029

